

原子炉及び燃料プール同時過酷事故進展を扱うデスクトッププラントシミュレータの開発 (3) ベッセルオープン時の SFP との結合計算

Development of Desktop Plant Simulator to Treat Simultaneous Accident Progress in Reactor and SFP

(3) Two-way coupling calculation between RPV and SFP

*坂本 亨¹, 杉浦 義隆¹, 山口 龍之介¹, 藤原 大資¹, 久保田 修¹

¹テプコシステムズ

BWR 過酷事故評価用デスクトップシミュレータの開発において、原子炉と使用済燃料プール (SFP) が結合された状況 (ベッセルオープン、Well 満水条件) を扱うモデルを整備した。

キーワード：過酷事故、停止時事故、使用済燃料プール、シミュレータ、MAAP、DesignEP

1. 緒言 MAAP では原子炉側と SFP の同時事故進展を別計算で扱う必要があり、ベッセルオープン時の原子炉ウェルと SFP が連結した状況での事故進展を直接扱うことができない。このため、本研究ではシミュレータ (DesignEP) 内で実行する「原子炉側」と「SFP 側」の 2 つの MAAP 計算を 2-way カップリングする計算モデルを整備した。これにより、訓練や事故対応手順書の V&V を原子炉停止時まで拡張することが可能となる。

2. 結合計算 「原子炉側」と「SFP 側」の MAAP 計算をカップリングするためには、①原子炉ウェル、SFP 間の冷却水移行、②原子炉ウェル、オペレーションフロア間の気相移行、③SFP、オペレーションフロア間の気相移行、④それら気液移行に伴う FP ガス及びエアロゾルの移行をタイムステップ毎に DesignEP 内で評価し、これを各々の MAAP 計算にフィードバックする必要がある (図 1 参照)。冷却水の移行については、双方の MAAP 計算の原子炉ウェル、SFP 間の水位差よりベルヌーイの式を用いて正味の流量を求め、併せて MAAP 内の相関式から対向流を評価する。また、気相については領域間の圧力差から正味の流量を求め、同じく対向流を評価する。更に、気液移行量から FP 移行量を算出し、これら計算結果を、質量 (気相/液相)、エネルギー、FP 重量の変化として各 MAAP の次のタイムステップにおける計算に反映する。これより、従来のシミュレーションでは扱うことができなかった、炉心部と SFP 双方の発熱に伴う水位低下を、原子炉 Well 満水時についても評価することが可能となる。

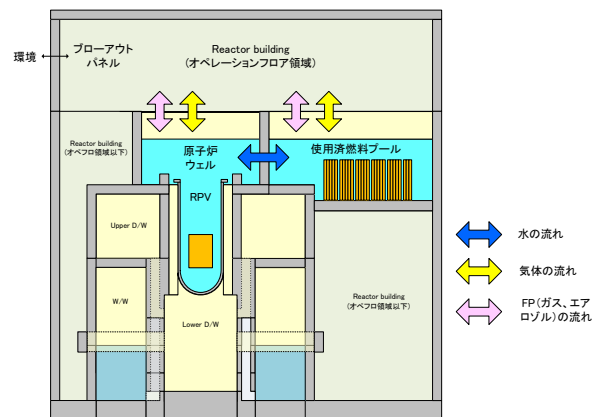


図 1 MAAP カップリング計算

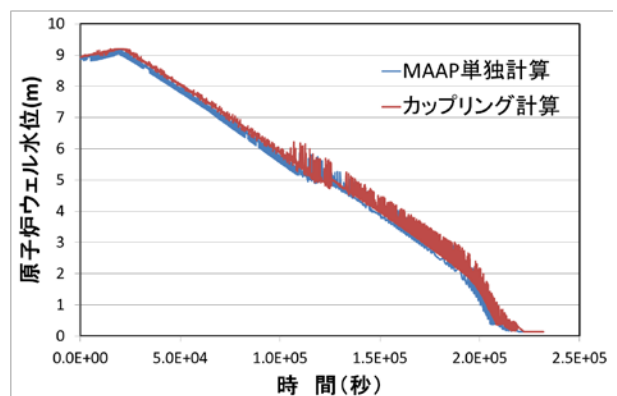


図 2 MAAP カップリング計算結果

3. モデル検証 上記モデル組み込みの検証のため、単独の「原子炉側」MAAP 計算に、非発熱の SFP 相当の区画を追加したケースと、SFP の崩壊熱をゼロと設定したカップリング計算について、原子炉ウェル水位変化を比較した (図 2 参照)。この結果、両者の挙動はほぼ一致し、「SFP 側」から「原子炉側」への液相の移行が適切に扱われていることを確認した。

*Toru Sakamoto¹, Yoshitaka Sugiura¹, Ryunosuke Yamaguchi¹, Daisuke Fujiwara and Osamu Kubota¹

¹TEPCO SYSTEMS CORPORATION